COMUNE DI

MARACALAGONIS

PROVINCIA DI CAGLIARI

PROMOZIONE DELLA FILIERA CORTA NEL SETTORE AGROALIMENTARE - MERCATO CONTADINO

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

B

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA:
IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progettisti incaricati:

ing. Sandro CATTA

ing. Gian Lucca FRAU

ing. Antonino MASIA

Maggio 2014

Responsabile del Procedimento

p. ed. Mauro ETZI

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 3 kWp da installare presso la copertura del box servizi, facente parte del mercato contadino sito in Via Nuoro a Maracalagonis.

Un impianto fotovoltaico è un sistema di produzione di energia elettrica mediante la conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in elettricità (effetto fotovoltaico); esso è costituito dal generatore fotovoltaico e dal gruppo di conversione. Di seguito si enunciano le caratteristiche principali dell'impianto:

- il generatore fotovoltaico dell'impianto è l'insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata;
- la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento;
- il gruppo di conversione è l'apparecchiatura elettrica/elettronica che converte la corrente continua (fornita dal generatore fotovoltaico) in corrente alternata per la connessione in rete;
- il distributore è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti;
- l'utente è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura dell'energia elettrica.

SITO DI INSTALLAZIONE
L'impianto presenta le seguenti caratteristiche:

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Maracalagonis
Latitudine:	39° 17'N
Longitudine:	9° 14' E
Altitudine:	86 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	superfici scure di edifici.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.
Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:
in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati.
Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

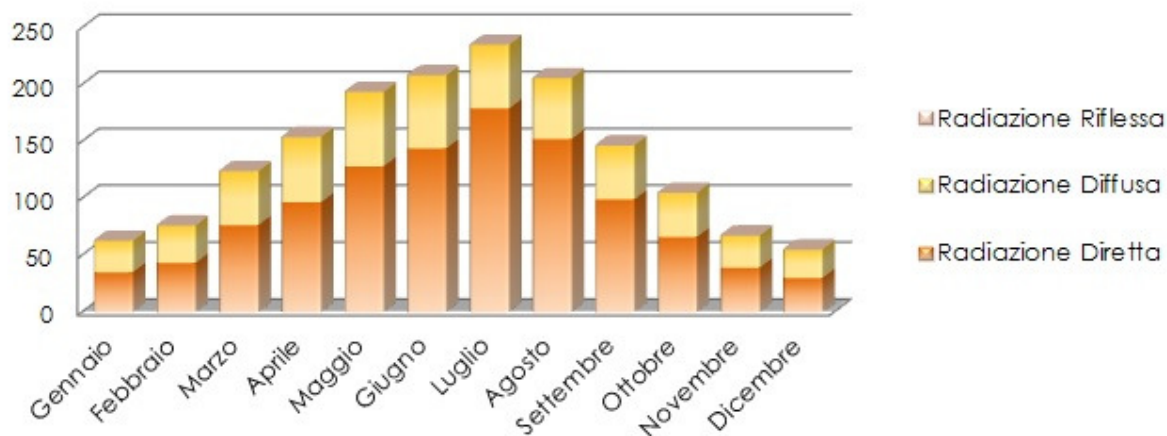
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO
L'impianto fotovoltaico è costituito da un generatore fotovoltaico composti da: n. 12 moduli fotovoltaici e da n. 1 inverter.
La potenza nominale complessiva è di 3 kWp per una produzione di 3960 kWh annui distribuiti su una superficie di 19,63 m².
Modalità di connessione alla rete monofase in Bassa tensione, con tensione di fornitura 230 V.

RADIAZIONE SOLARE
La radiazione solare incidente su una superficie inclinata si distingue in radiazione diretta, diffusa e riflessa, i valori percentuali delle singole componenti che costituiscono la radiazione globale dipendono dalle condizioni metereologiche, dall'inclinazione della superficie e dalla presenza di superfici riflettenti.
La posizione dei moduli fotovoltaici rispetto al sole influisce notevolmente sulla quantità di energia captata e quindi sulla quantità di energia elettrica generata.
La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento i dati storici di radiazione solare di Cagliari. È stato scelto un fattore di riduzione delle ombre pari a 0,95.
Irraggiamento solare a CAGLIARI in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°. Fattore di albedo scelto: superfici scure di

edifici.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	**Giornaliero**				**Mensile**
	Radiazione Diretta (Wh/m²)	*Radiazione Diffusa (Wh/m²)*	*Radiazione Riflessa (Wh/m²)*	**TOTALE** (Wh/m²)	**TOTALE** (kWh/m²)
Gennaio	1139	889	0	2028	63
Febbraio	1556	1167	0	2722	76
Marzo	2472	1528	0	4000	124
Aprile	3222	1917	0	5139	154
Maggio	4139	2111	0	6250	194
Giugno	4806	2139	0	6944	208
Luglio	5778	1806	0	7583	235
Agosto	4917	1722	0	6639	206
Settembre	3306	1583	0	4889	147
Ottobre	2139	1250	0	3389	105
Novembre	1306	944	0	2250	67
Dicembre	972	806	0	1778	55
Tot. annuale					1635

DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

In base alla norma UNI 10349, l'irraggiamento calcolato su moduli esposti a 0° ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0° con un fattore di albedo scelto tipo "superfici scure di edifici", risulta essere pari rispettivamente a 1635 kWh/m².
La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

PSTC = PMODULO x N°MODULI = 250 x 12 = 3000 Wp

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) dell'85%, che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

PCA= PSTC x 85% = 2550 Wp

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

E [kWh/anno) = (I x A x Kombre x RMODULI x RBOS)

in cui:

- I = irraggiamento medio annuo = 1635 kWh/m²;
- A = superficie totale dei moduli = 19,63 m²;
- Kombre = Fattore di riduzione delle ombre = 0,95;
- RMODULI = rendimento di conversione dei moduli = 15,28%;
- RBOS = rendimento del B.O.S. = 85%.

Pertanto, indicando E l'energia producibile su base annua per le due esposizioni differenti e applicando la formula abbiamo:

E = (1635 x 19,63 x 0,95 x 15,28% x 85%) = 3960 kWh/anno

Il valore di **3960 kWh/anno** è l'energia che il sistema fotovoltaico produrrà in un anno, se non vi sono interruzioni nel servizio.
I misuratori di energia prodotta saranno due:

- un misuratore dell'energia totale prodotta dal sistema fotovoltaico, fornito e posato a cura dell'installatore dell'impianto, sul quadro della c.a. del sistema, oppure direttamente integrato nell'inverter (display).
- un contatore di energia di tipo elettromeccanico con visualizzazione della quantità di energia ceduta alla rete elettrica esterna, e sarà posto a cura del Distributore di Energia Elettrica. Le predisposizioni murarie saranno a cura dell'installatore dell'impianto FV.

GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore è composto da n. 12 moduli del tipo silicio policristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	12
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	3000 W

MODULO FOTOVOLTAICO

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	Conergy
Sigla:	PowerPlus 250P
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Potenza massima:	250 W
Efficienza del modulo:	15,28 %
Tensione MPP:	30,38 V
Tensione a vuoto:	37,12 V
Corrente MPP:	8,29 A
Corrente di corto circuito:	8,76 A
Dimensioni:	1654 mm x 989 mm
Peso:	18,2 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo

fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto
Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza).
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione sarà composto da n. 1 inverter tipo "SUNNY BOY 3000TL-21 SINGLE TRACKER" o similare. Le caratteristiche tecniche dell'inverter scelto sono le seguenti:

DATI TECNICI INVERTER	
Ingresso (CC)	
Potenza max. CC	3 200 kW
Tensione max. CC	750 V
Intervallo di tensione- MPP / tensione nominale d'ingresso	213 V – 500 V/400V
Tensione d'ingresso min / tensione d'ingresso d'avviamento	125 V/150V
Corrente d'ingresso max	15 A

Corrente d'ingresso max	15 A
Numero di ingressi MPP indipendenti / stringhe per ingresso MPP	1 / 2
Uscita (CA)	
Potenza nominale (a 230 V, 50 Hz)	3,00 kw
Potenza apparente max. CA	3,00 VA
Tensione nominale CA	220 V / 230 V / 240 V
Range tensione nominale CA	180 V – 280 V
Frequenza di rete CA / intervallo	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz….+5 Hz
Corrente d'uscita max	13,1 A
Fattore di potenza a potenza nominale	1
Fattore di sfasamento regolabile	0.8 sovraeccitato….0.8 sottoeccitato
Fasi di immissione / fasi di collegamento	1/1
Grado di rendimento	
Grado di rendimento max.	97%
Grado di rendimento europ.	96.1 %
Dispositivi di protezione	
Dispositivo di disinserzione lato CC	☑
Monitoraggio della dispersione verso terra / monitoraggio della rete	☑/☑
Protezione contro l'inversione della polarità CC / resistenza ai cortocircuiti CA/	☑/☑
Unità di montaggio correnti di guasto sensibile a tutti i tipi di corrente	☑
Classe di protezione (secondo EC 62103)/ categoria di sovratensione (secondo IEC 60664-1)	I/III
Dati generali	
Dimensioni (larghezza x altezza x profondità) in mm	490x519x185
Peso	23 kg
Range di temperatura di funzionalità	-25°C… +60°C
Autoconsumo (notte)	1 W
Tipologia / principio di raffreddamento	Senza trasformatore / Convezione
Classe di protezione (secondo IEC 60529)	IP65
Classe climatica (secondo IEC 60721-3-4)	4K4H
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (non condensante)	100%
Dotazione	

Allacciamento CC / collegamento CA	SUNCLIX / morsetto a molla
Display	grafico
Interfaccia: RS485/Bluetooth/	☐/☑/
Relè multifunzione / PowerControl Module	☐
Garanzia: 5 anni	☑
Certificati e omologazioni	www.SMA-Italia.com

☑ Dotazione di serie

L'interfaccia RS485 nel caso specifico è espressamente richiesta.

La potenza complessiva da raggiungere sarà di 12 x 250 Wp =3000 Wp. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie	12
Numero di stringhe	1
Tensione fotovoltaica tipica	326 V
Tensione fotovoltaica minima	296 V
Tensione CC min (tensione di rete 230V)	125 V
Tensione fotovoltaica max	496 V
Tensione CC max	750 v
Corrente max generatore	8,3 A
Corrente CC max	15,0 A

QUADRI ELETTRICI

Il progetto prevede l'installazione di un unico box di protezione e comando, delle dimensioni 432x340x161, capace di gestire fino a 24 moduli fotovoltaici. Questa centralina di campo permette di controllare sia il lato AC sia il lato DC del kit fotovoltaico, con un unico strumento già cablato in modo da semplificare e velocizzare l'installazione.

Il box sarà già cablato e completo di:

- lato DC:
  - n. 1 portafusibili sezionatore 2p con fusibili da 12°-10000 vdc;
  - n. 1 scaricatore di sovratensione 600 vdc;
  - n. 1 sezionatore sottocarico da 16A 600vdc;
- lato AC:
  - n. 1 interruttore magnetotermico monofase 2x20A-6kA, con blocco differenziale 0,3A classe A;
  - n. 1 scaricatore di sovratensione monofase di classe II Imax 15kA

- riarmo automatico.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

È possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Per finalità divulgativa il sistema prevede altresì:

- data logger universale ad inserzione analogica, installabile su barra DIN, che visualizza potenza istantanea, energia totale e parziale prodotta, ore di produzione, radiazione solare, temperatura ambiente e moduli, CO2 evitata, TEP risparmiati, ricavi economici, dati identificativi dell'impianto;
- display illustrativo è caratterizzato da: n. 3 righe di visualizzazione: potenza istantanea, energia totale prodotta, CO2 evitata; ingresso dei dati dal data logger; sfondo nero; protezione per installazione all'esterno; dimensioni 710x510x75 mm, digit led h = 57 mm.

STRUTTURE DI SOSTEGNO

Il piano dei moduli sarà inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) ed avrà un orientamento azimutale circa a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato e/o alluminio aderenti al piano di copertura, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Con la realizzazione dell'impianto si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO2 (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica:

- quadro elettrico generale;
- pericolo;
- quadro elettrico;
- non usare acqua per spegnere incendi.

CONCLUSIONI

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.
Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37.
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 e CEI 0-21;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della regola dell'arte.